

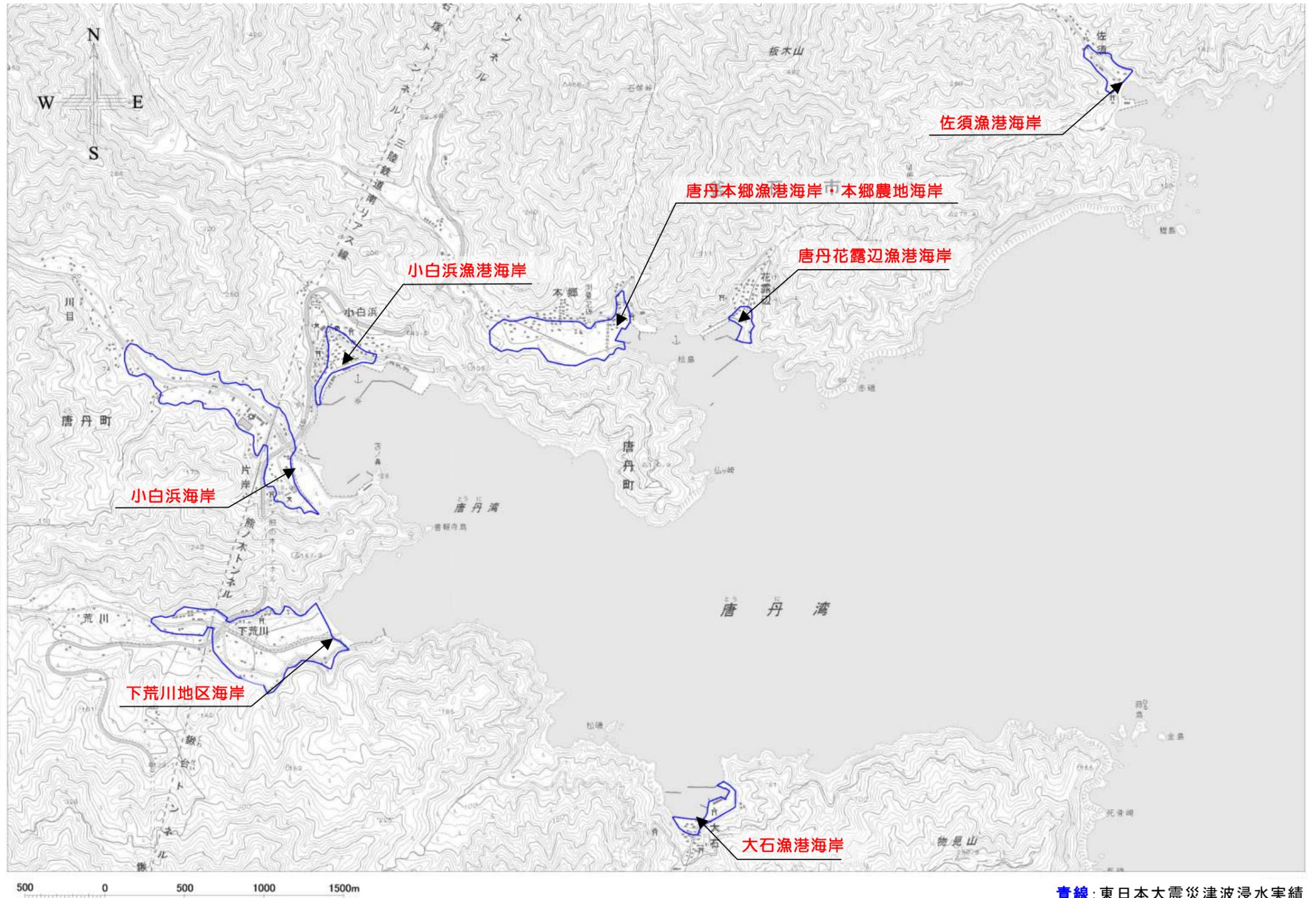
1.地域概要（ユニット全体）

岩手県釜石市の唐丹湾において、湾全体を1つのユニットとして津波シミュレーションを実施した。唐丹湾の各海岸位置は図 1.2 のとおり。



図 1.1 唐丹湾位置図

- ・唐丹湾は釜石市の南端に位置する湾で、西側に開けた湾である。
- ・湾口には釜石湾口防波堤のような大規模な防波施設はない。
- ・唐丹湾には、8 海岸あり、各海岸の所管は下記のとおりである。
 漁港海岸（水産庁）：5 海岸
 建設海岸（河川局）：1 海岸
 農地海岸（農村振興局）：2 海岸



青線：東日本大震災津波浸水実績

図 1.2 各海岸位置図

2 各海岸の特徴と被害状況（小白浜漁港海岸・小白浜海岸）

(1) 小白浜漁港海岸・小白浜海岸の特徴

【小白浜漁港海岸】

- ・唐丹湾の湾奥にあたる。
- ・主な津波防災施設としては、防潮堤 L=506m がある。
- ・防潮堤は現況天端高で T.P.+11.8m であり、計画天端高まで整備済みである。
- ・防潮堤の沖側には防波堤や岸壁などの漁港施設が整備されている。
- ・防潮堤背後には低地から高地にかけて民家が密集している。

【小白浜海岸】

- ・湾奥にあり、片岸川河口に位置する。
- ・主な津波防災施設としては、防潮堤 L=400m と水門1基がある。
- ・防潮堤は、現況天端高で T.P.+11.8m であり、計画天端高まで整備済みである。
- ・防潮堤背後には民家があり、南リアス線唐丹駅もある。

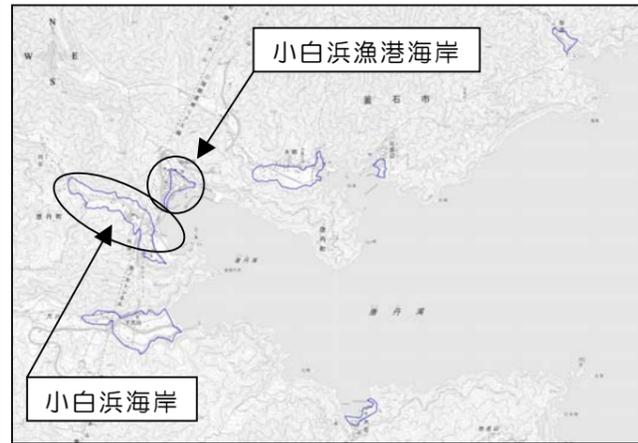
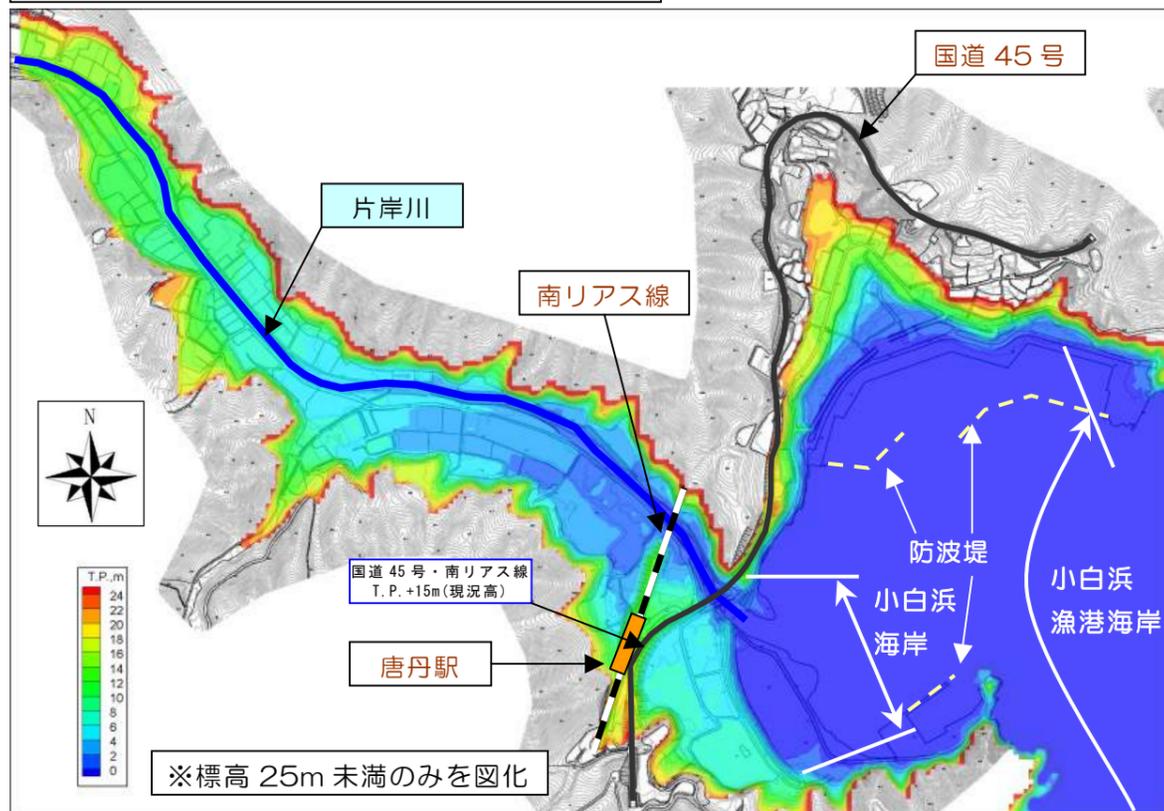


図 2.1 海岸位置図



(2) 被害状況

【小白浜漁港海岸】

- ・背後集落は、約 200 戸のうち 4 割を越える家屋が全半壊しており、地盤の低い箇所で建物が流出した。
- ・防潮堤延長 500m(T.P.+11.8m)のうち、60m が倒壊しているほか、一部で損傷が生じている。
- ・漁港施設は、防波堤が大きく倒壊したほか、一部護岸の倒壊や岸壁エプロンの亀裂等の被害を受けた。

【小白浜海岸】

- ・防潮堤背後の小学校が被災した。
- ・防潮堤は特に被災なし。

震災前空中写真 (H52)



震災後空中写真 (H23)



3. 再現シミュレーション

3.1 計算条件の設定

計算条件を表 3.1 に示すとおり設定した。

表 3.1 計算条件一覧

No.	項目	内容
1	基礎式と解法	・波源から沿岸の伝播計算、陸上への遡上計算 ：非線形長波方程式を基礎式とし、Leap-Flog差分法により計算 ・津波防災施設での越流計算 ：本間公式による
2	計算格子間隔	波源から沿岸：3,240m、1080m、360m、120m、40m 遡上域：40m、20m、10m
3	大格子と小格子の接続方法	空間：波源から遡上域までの計算領域を接続し、同時に津波遡上シミュレーションを実施 時間：計算時間間隔は全ての計算領域で一定
4	Manningの粗度係数n	小谷ほか(1998)を参考にして土地利用により設定 海域・河川域：0.025 田畑域(荒地含む)：0.020 森林域(果樹園・防潮林を含む)：0.030 低密度居住区(建物密度20%未満の人工地)：0.040 中密度居住区(建物密度20~50%)：0.060 高密度居住区(建物密度50%以上)：0.080
5	波源モデル	修正藤井・佐竹モデル(Ver.4.0)
6	地盤変位量計算	Mansinha and Smylie (1971)の方法による
7	計算時間	地震発生から3hr
8	計算時間間隔	0.20s
9	潮位条件	H23.3.11 15時の潮位よりT.P.-0.48mを設定
10	対象地形	H23年LPデータによる地盤変動を考慮した地形

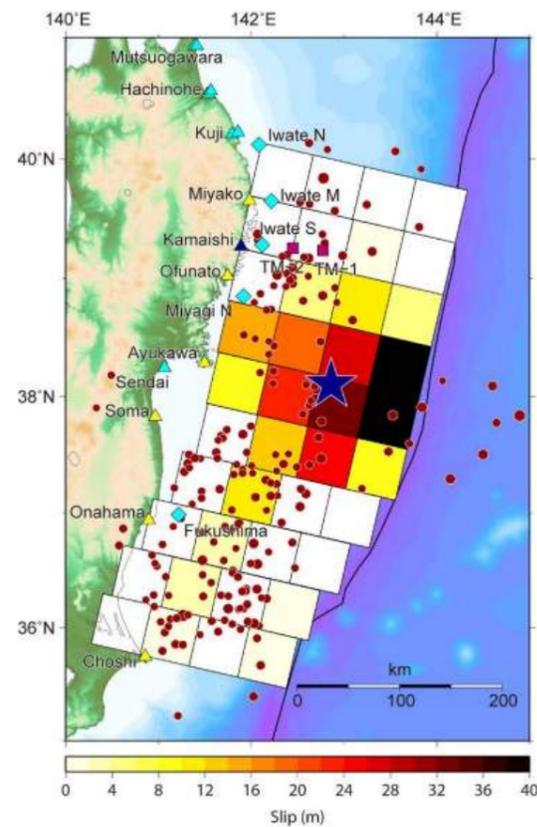


図3.1 波源モデル

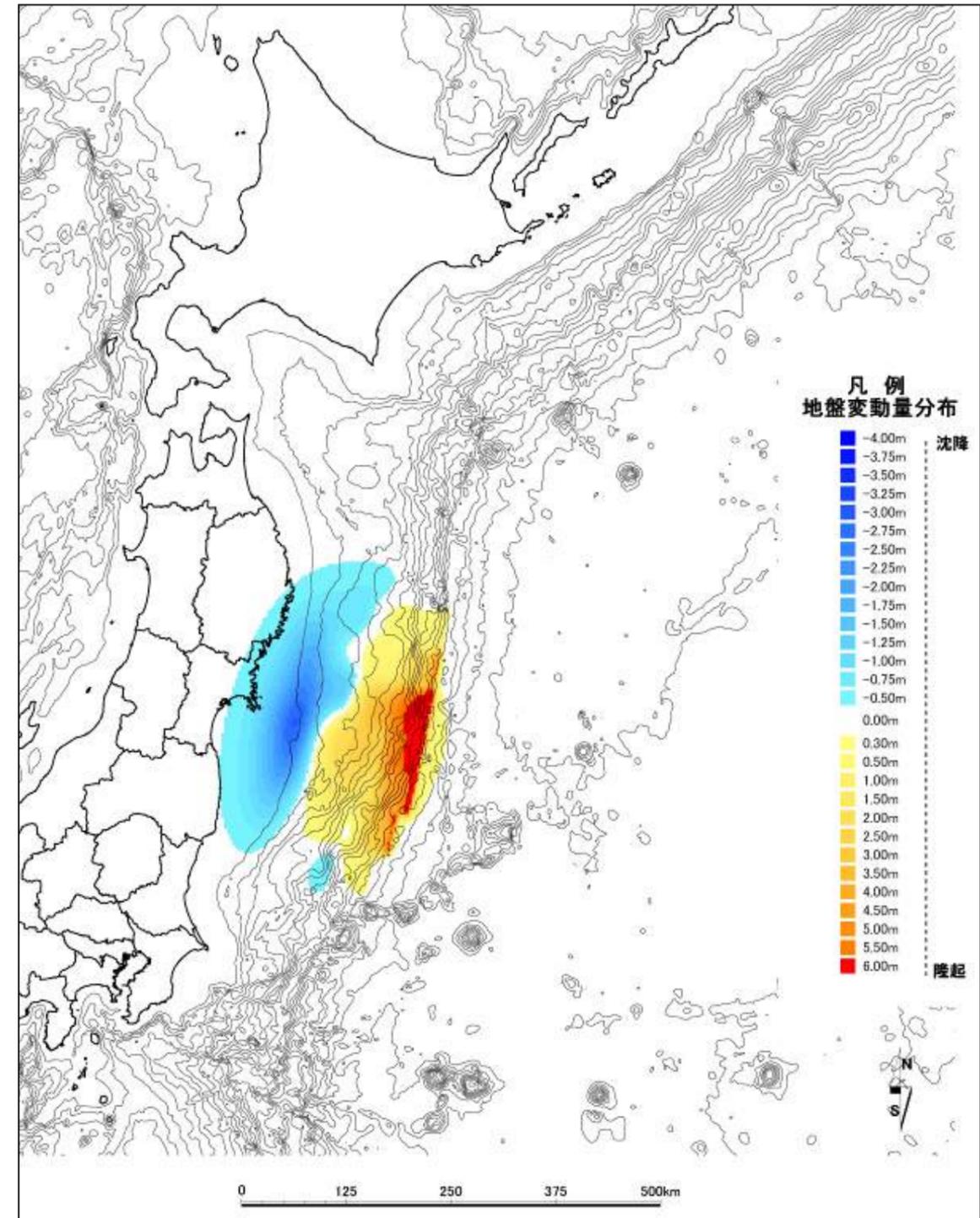


図3.2 地盤変動量分布（初期水位分布）

3.2 再現シミュレーション

図 3.3 に唐丹湾における東日本大震災津波の現況再現を実施した。
平均を示す K および偏差を示す κ が適用範囲内にあるため、再現性は良好と判断した。

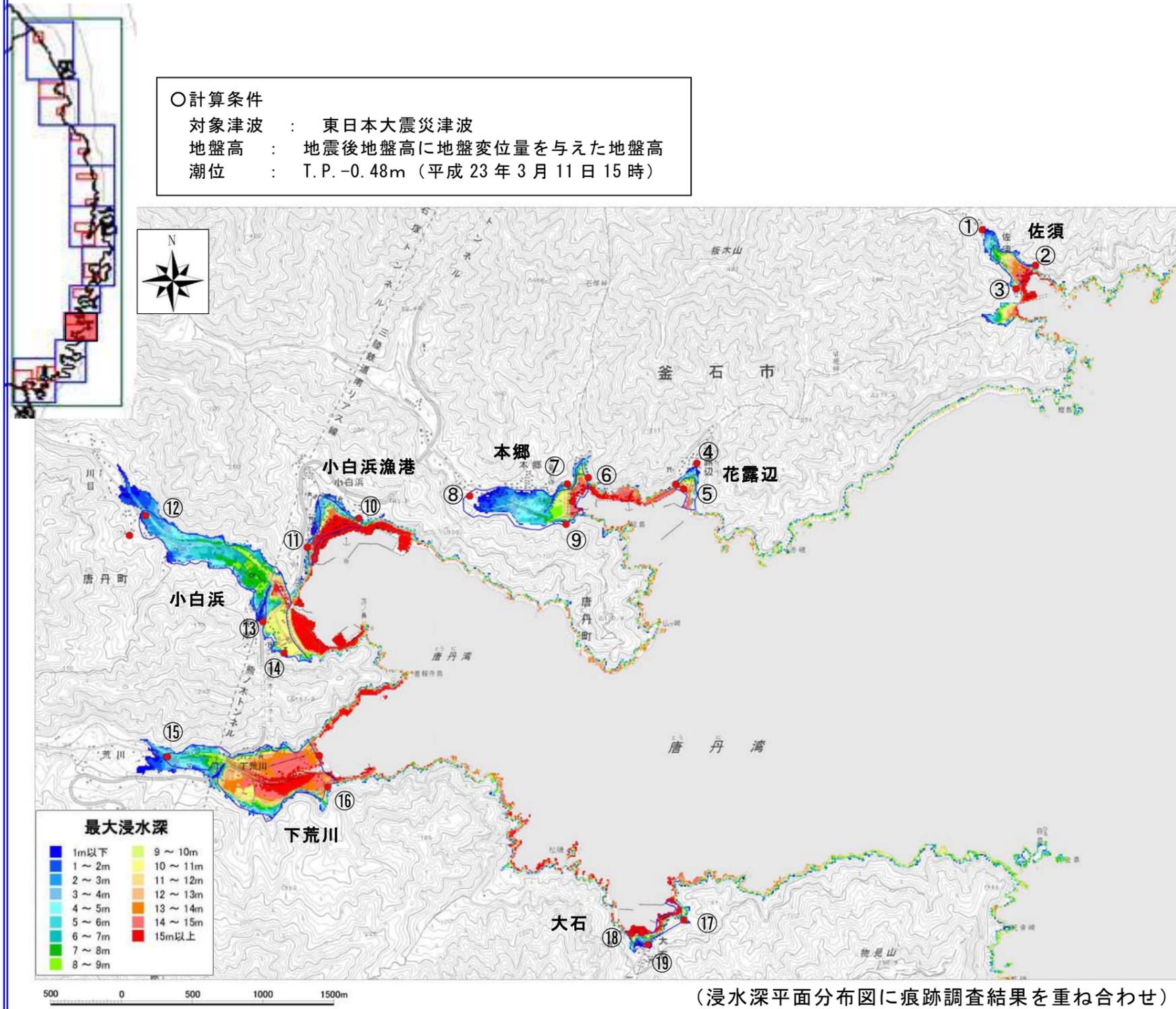
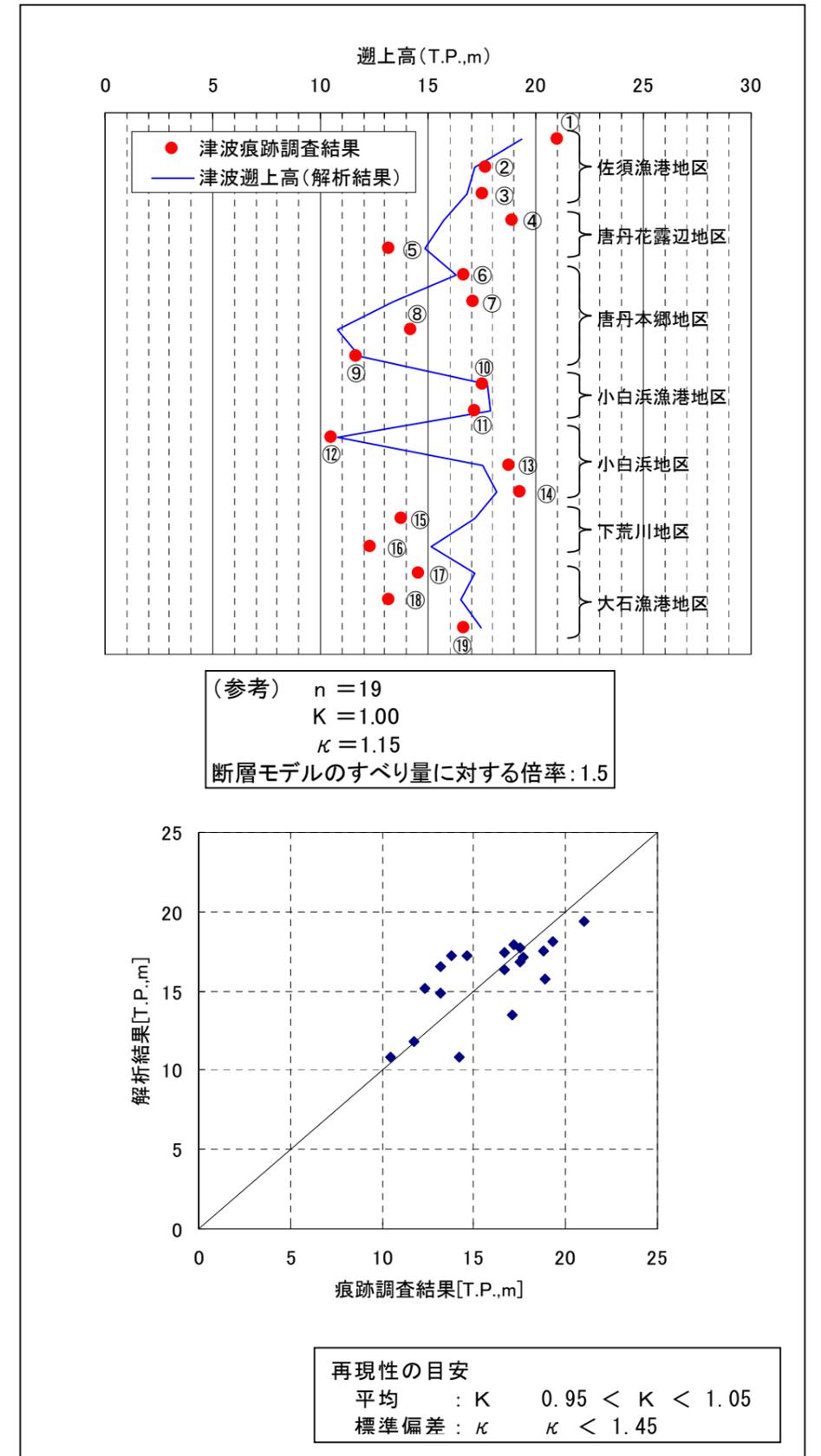


図 3.3 再現結果 (施設あり)



4 施設効果の解析（小白浜漁港海岸）

○計算条件
 対象津波：東日本大震災津波
 施設高：Case1：施設無し（唐丹湾全体）
 ：Case2：施設有り（唐丹湾全体：防潮堤・離岸堤・護岸等を考慮し、破壊なしとする）
 地盤高：H23LP データを基に地盤変位量を与えた地盤高
 潮位：H23.3.11 15:00 の推定高 T.P. -0.48m

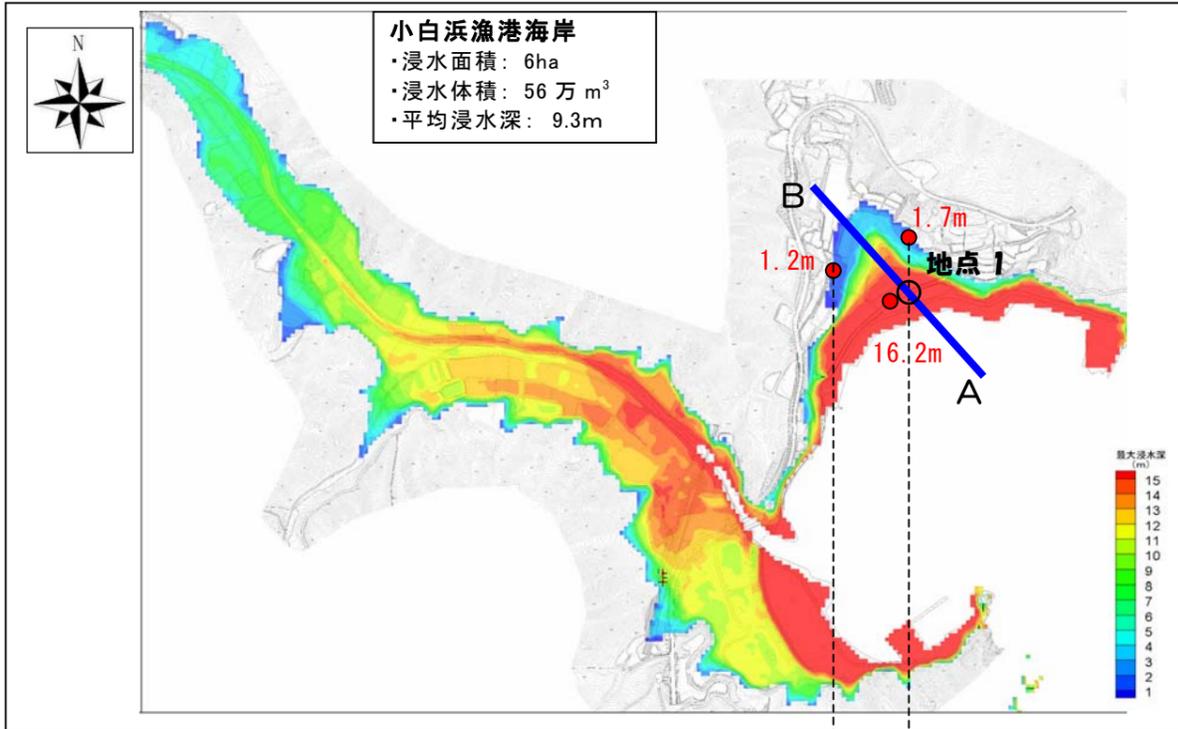


図4.1 浸水深平面分布図（施設なし）

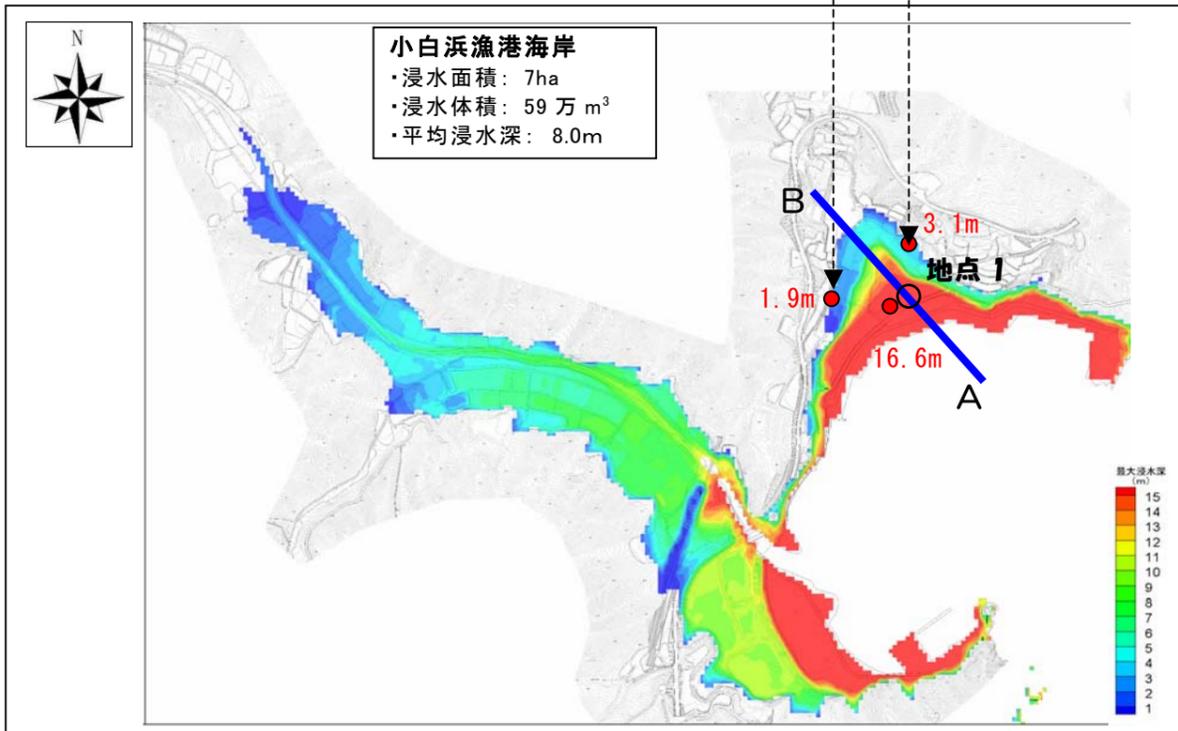


図4.2 浸水深平面分布図（施設あり）

考察

- ・防潮堤による浸水深低減効果は見られない
- ・防潮堤により浸水開始時間を3分遅らせた。

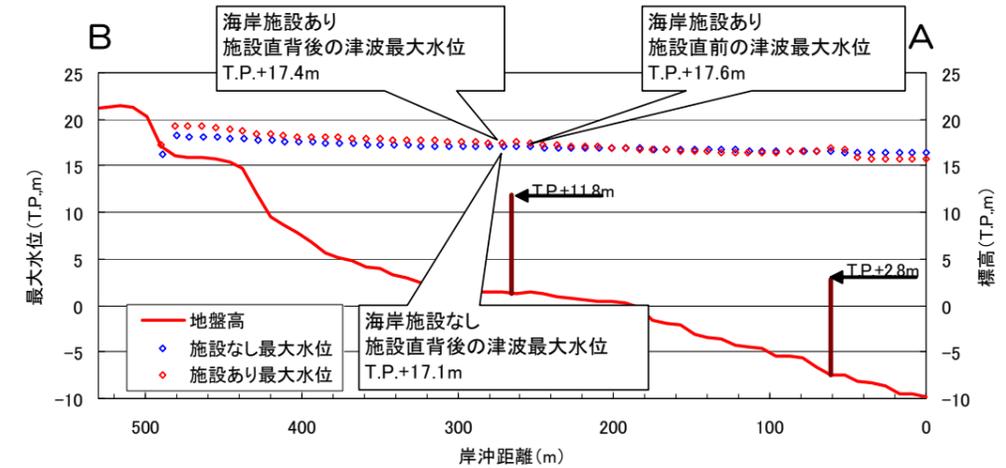


図4.18 代表横断における津波最大水位分布

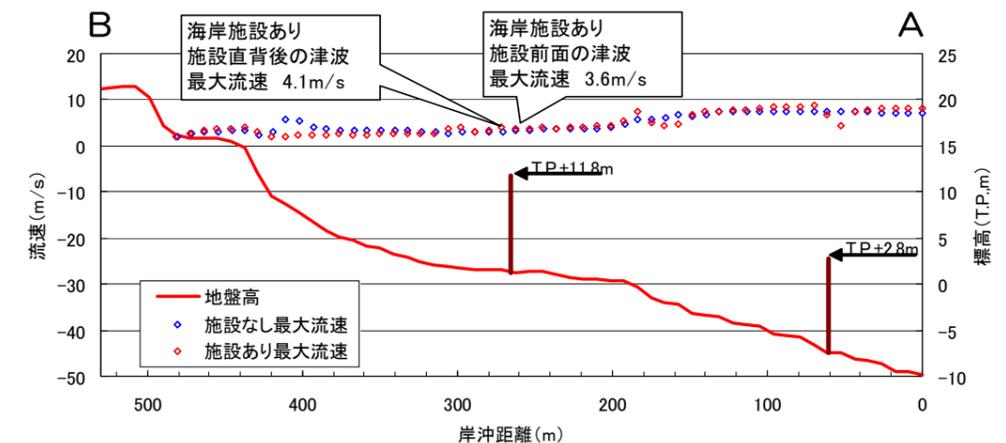


図4.19 代表横断における津波最大流速分布

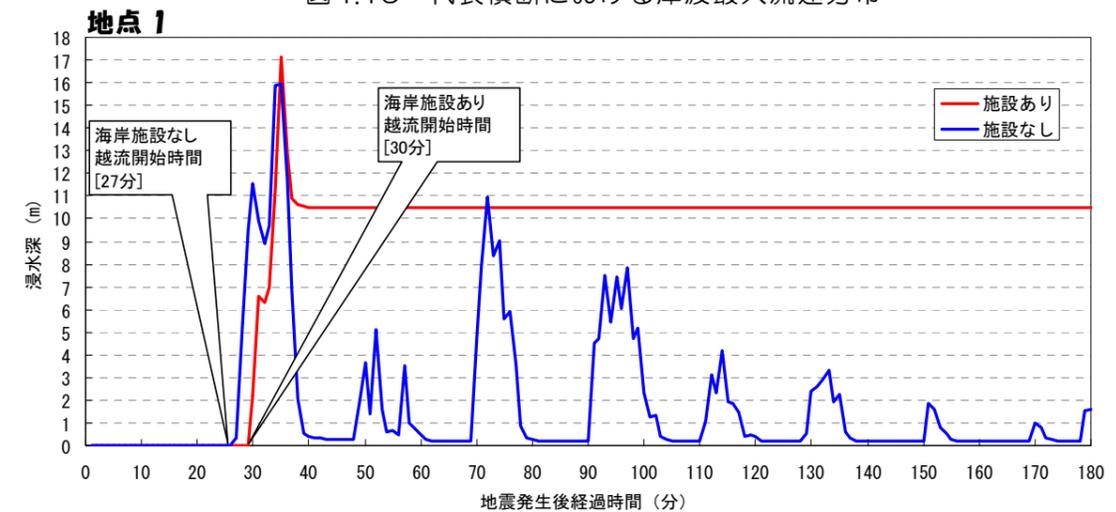


図4.3 施設背後陸側における浸水深時系列分布

4.施設効果の解析（小白浜海岸）

○計算条件
 対象津波：東日本大震災津波
 施設高：Case1：施設無し（唐丹湾全体）
 Case2：施設有り（唐丹湾全体：防潮堤・離岸堤・護岸等を考慮し、破壊なしとする）
 地盤高：H23LP データを基に地盤変位量を与えた地盤高
 潮位：H23.3.11 15:00 の推定高 T.P. -0.48m

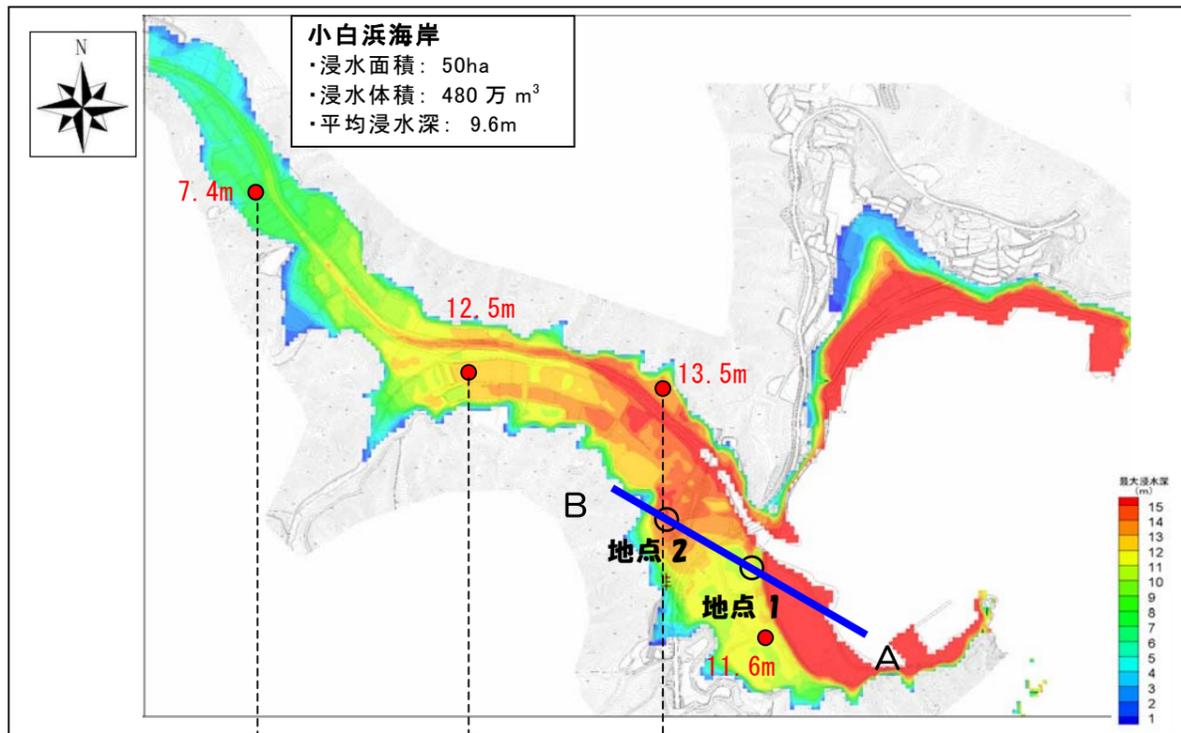


図4.4 浸水深平面分布図（施設なし）

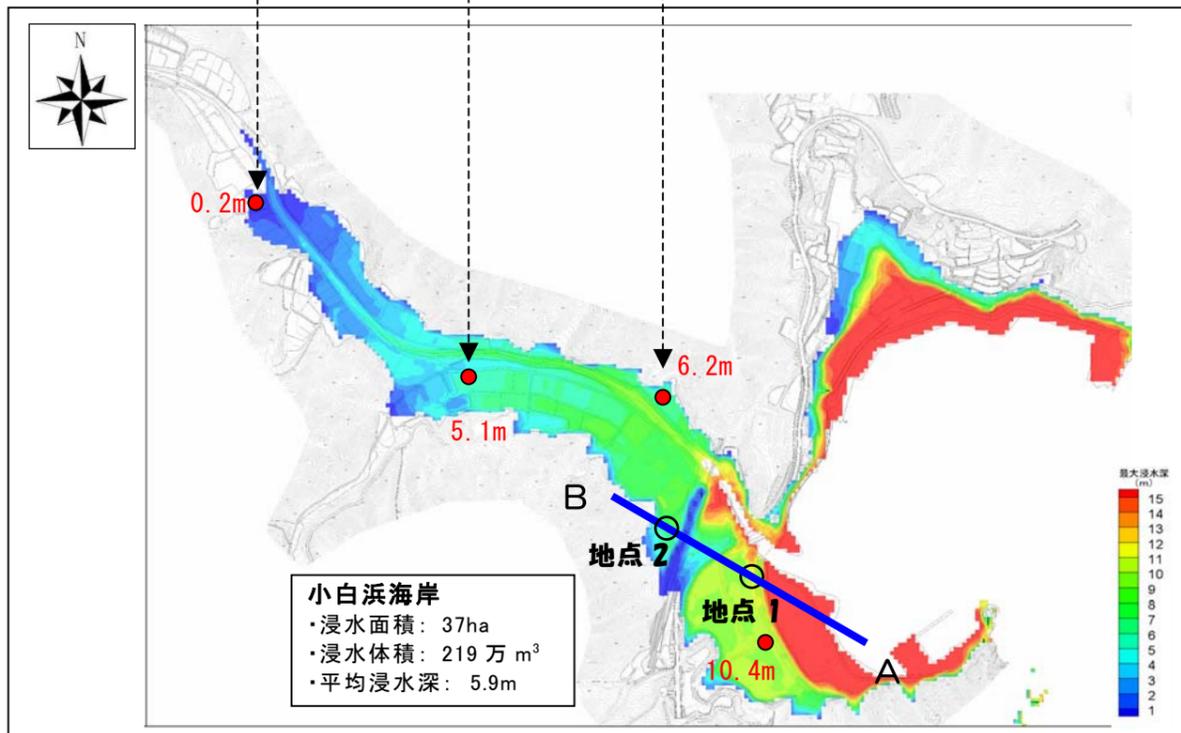


図4.5 浸水深平面分布図（施設あり）

考察

- ・防潮堤により防潮堤背後で浸水深が1m程度減少
- ・45号線および鉄道盛土を境にして浸水深が低減（最大で8m程度低下）、浸水範囲も減少

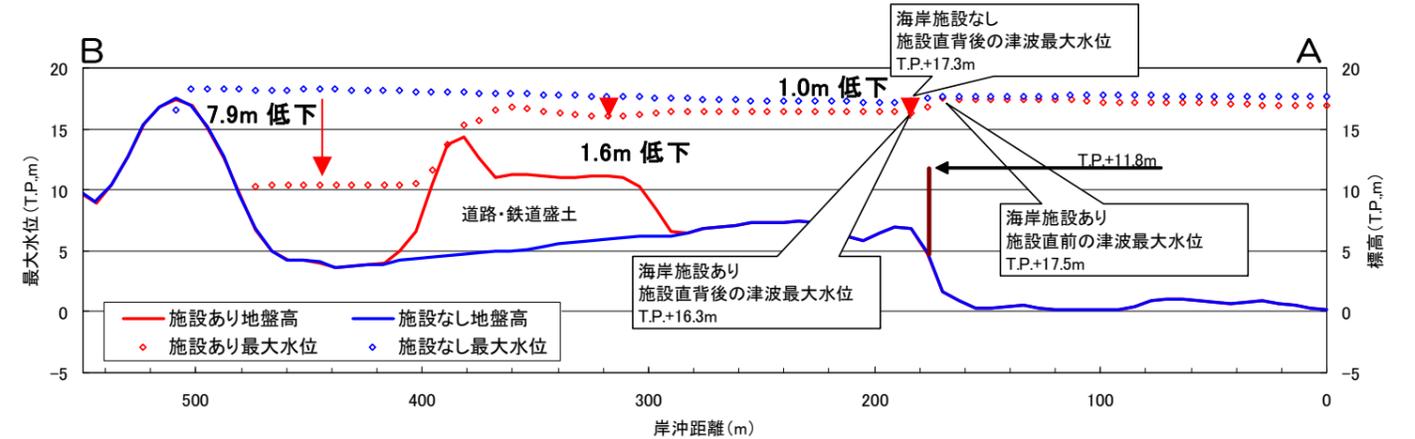


図4.6 代表横断における津波最大水位分布

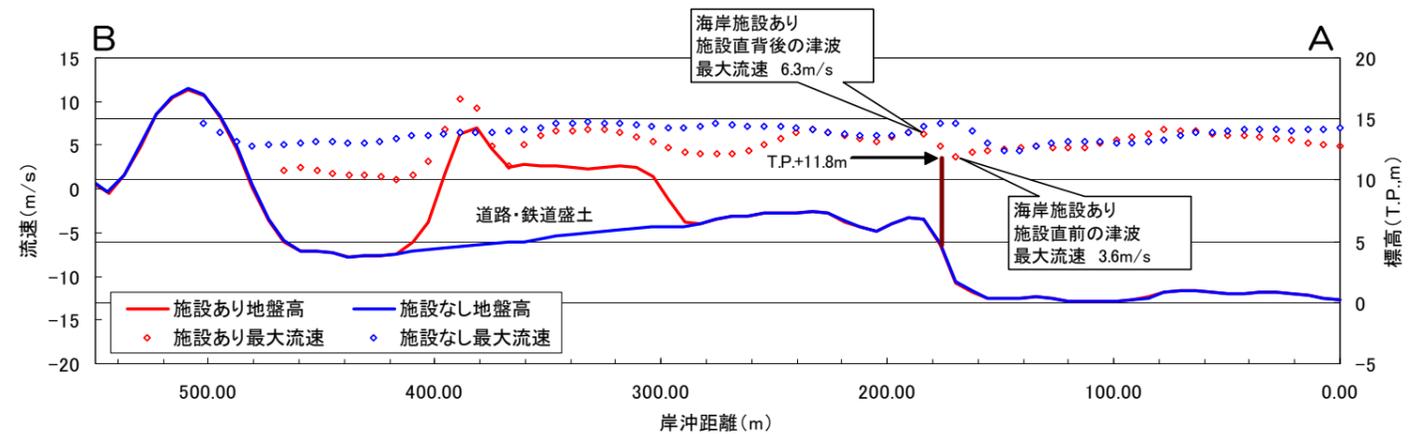


図4.7 代表横断における津波最大流速分布

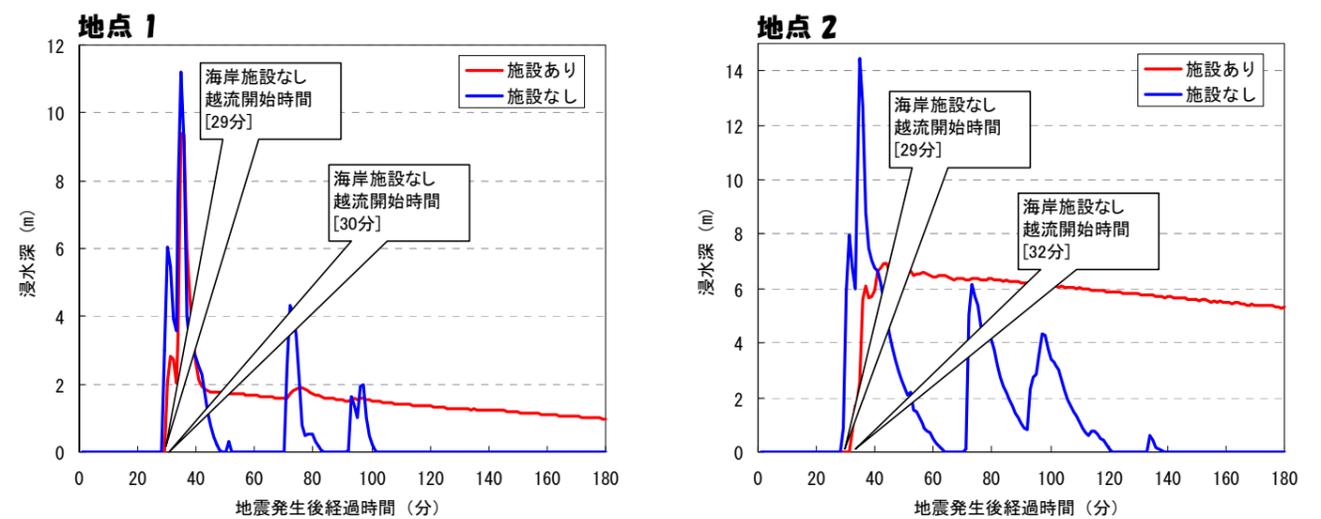


図4.8 施設背後陸側における浸水深時系列分布

5.対象津波の選定

下図に既往津波の痕跡高による最大津波水位を整理した。その結果、明治三陸地震津波と東日本大震災津波を最大クラスの津波群とし、昭和三陸地震津波以下のものを設計津波の対象津波群とした。

表 5.1 既往津波別、地区毎の最大津波水位

地区	痕跡値				計算値				
	1896 明治三陸	1933 昭和三陸	1960 昭和チリ	2011 東日本大震災	1896 明治三陸	1933 昭和三陸	1960 昭和チリ	想定宮城沖	2011 東日本大震災
大石	12.5	-	2.6	16.8	8.4	7.1	-	1.2	16.8
下荒川	13.0	8.1	-	16.3	11.0	7.8	-	2.1	16.3
小白浜	-	11.3	-	19.3	15.8	10.4	-	1.8	17.1
小白浜漁港	16.7	12.1	3.4	17.5	15.3	10.1	-	1.6	18.1
唐丹本郷	14.5	9.9	1.9	17.1	9.5	8.4	-	1.7	16.6
唐丹花露辺	13.8	8.8	1.6	13.2	9.9	8.5	-	0.9	15.3
佐須	-	-	2.0	17.7	11.6	9.0	-	2.9	17.6
平均値	14.1	10.0	2.3	16.8	11.6	8.8	-	1.7	16.8
最大値	16.7	12.1	3.4	19.3	15.8	10.4	-	2.9	18.1
最小値	12.5	8.1	1.6	13.2	8.4	7.1	-	0.9	15.3
評価値	16.7	12.1	3.4	19.3	15.8	10.4	-	2.9	18.1

出典：痕跡高は東北大災害制御研究センター津波工学研究室「津波痕跡データベース」を引用
東日本大震災津波は、岩手県調査結果

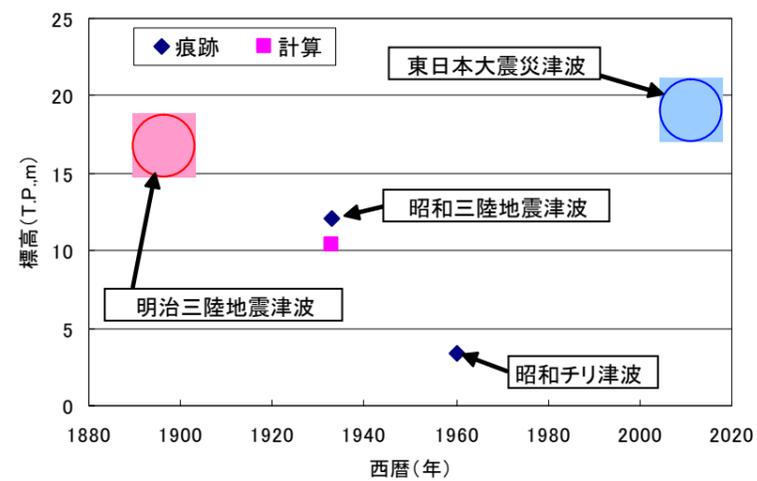


図 5.1 対象津波の判定

計算条件：防護施設なし
津波水位：海岸線での水位

I：浸水高
R：遡上高

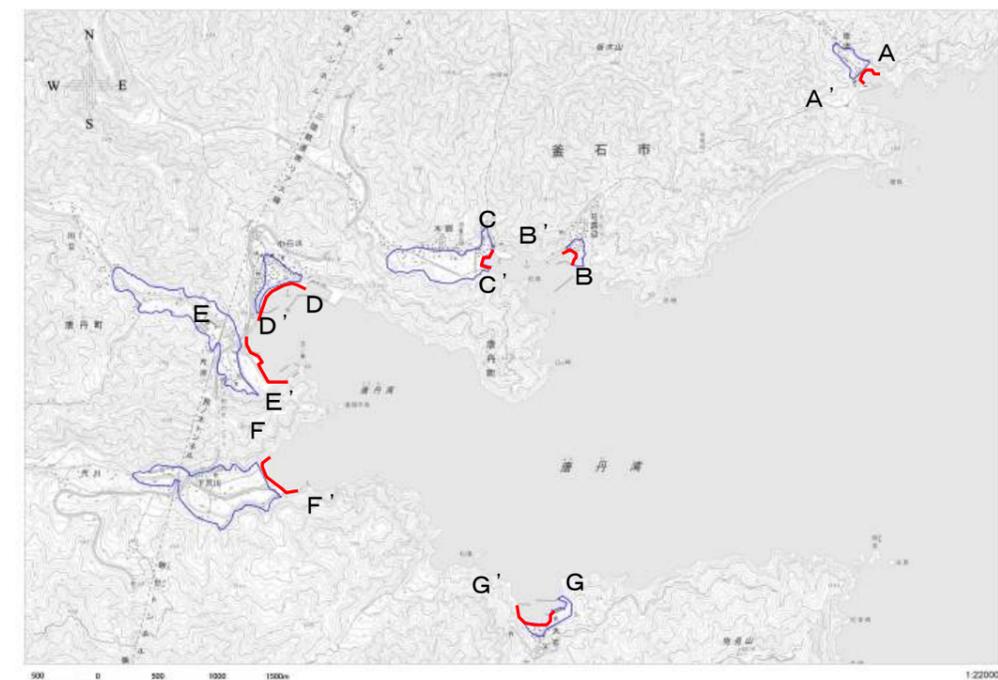
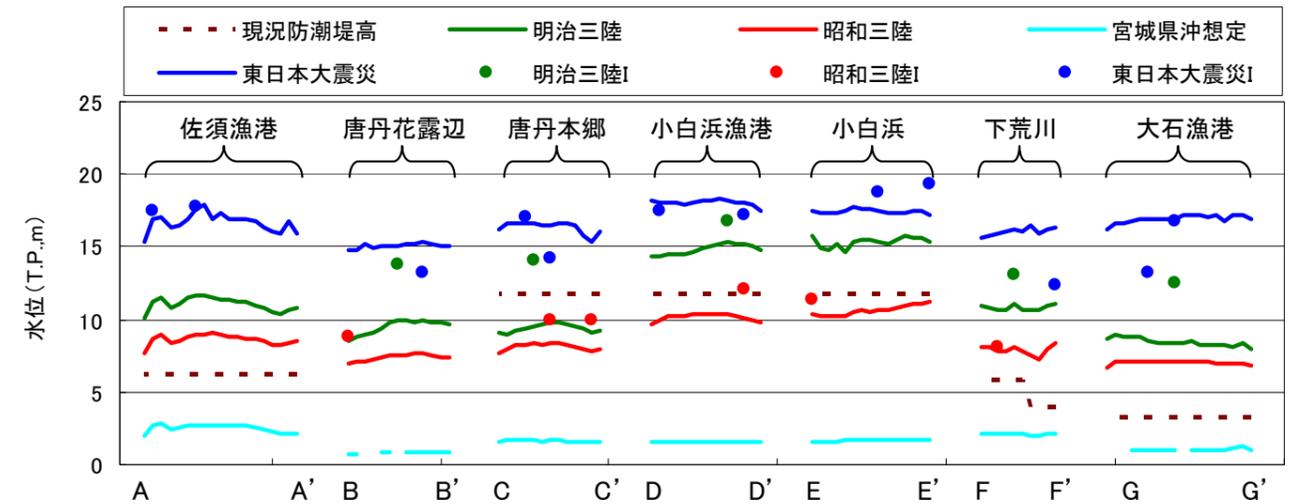


図 5.2 既往津波の痕跡水位及び再現計算による最大津波水位

6.施設高（防潮堤高の検討）

東日本大震災津波、明治三陸地震津波、昭和三陸地震津波に対して溢れない高さの防潮堤高の検討を行った。必要高は表 6.1、表 6.2 に示す。

○計算条件

対象津波：①東日本大震災津波、②明治三陸津波、③昭和三陸津波

施設高：T.P.+50.0m（壁立て計算用に設定）

地盤高：地震後地盤高に地盤変位量を与えた地盤高

潮位：朔望平均満潮位 T.P.+0.80m

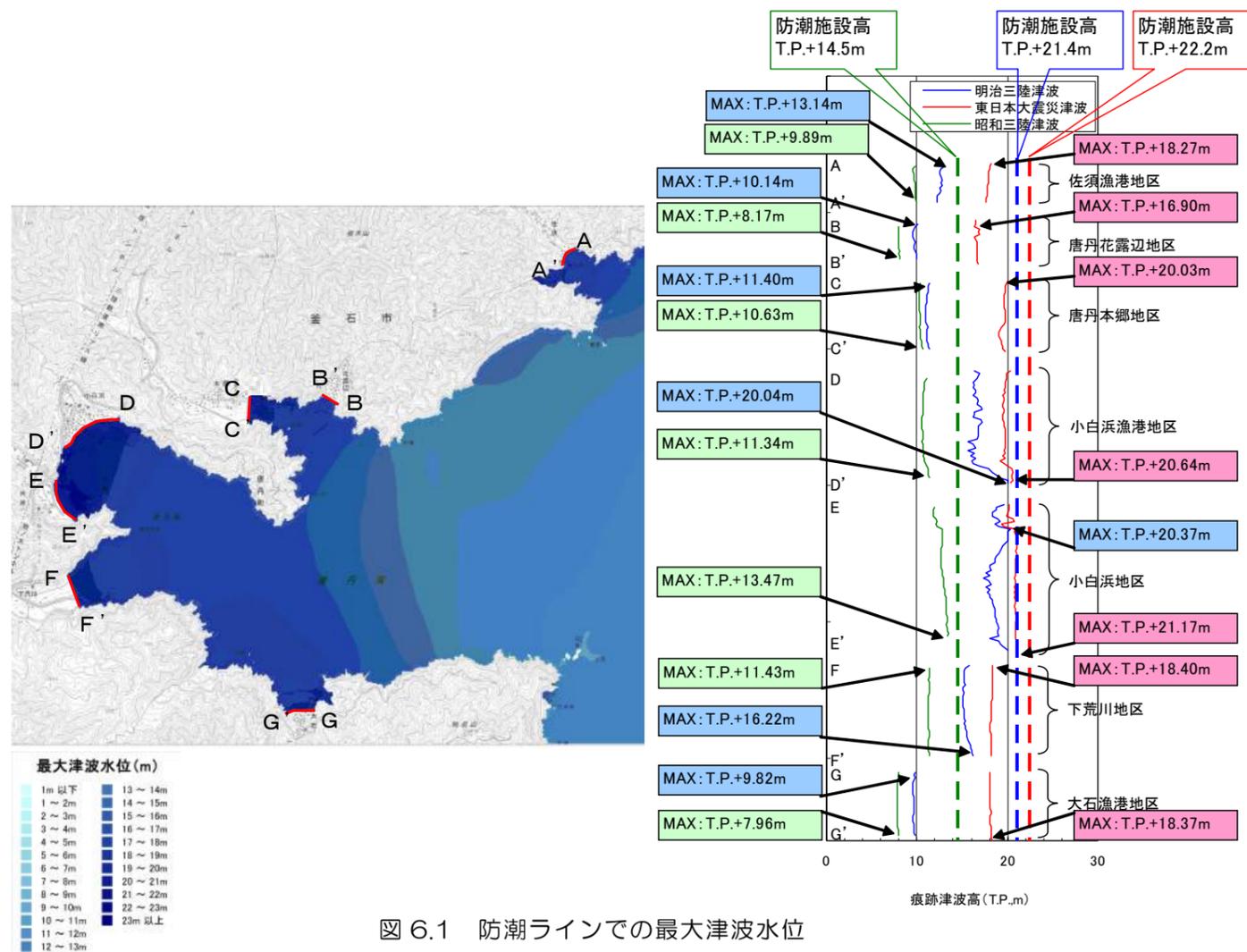


図 6.1 防潮ラインでの最大津波水位

表 6.1 必要施設高

海岸名		東日本大震災津波	明治三陸津波	昭和三陸津波	現計画津波高
唐丹湾海岸での代表値	最大値	T.P.+21.2m	T.P.+20.4m	T.P.+13.5m	T.P.+11.8m
	余裕高	1.0m	1.0m	1.0m	
	必要施設高	T.P.+22.2m	T.P.+21.4m	T.P.+14.5m	
小白浜漁港海岸	最大値	T.P.+20.7m	T.P.+20.1m	T.P.+11.4m	T.P.+11.8m
	余裕高	1.0m	1.0m	1.0m	
	必要施設高	T.P.+21.7m	T.P.+21.1m	T.P.+12.4m	
小白浜海岸	最大値	T.P.+21.2m	T.P.+20.4m	T.P.+13.5m	T.P.+11.8m
	余裕高	1.0m	1.0m	1.0m	
	必要施設高	T.P.+22.2m	T.P.+21.4m	T.P.+14.5m	

7.浸水範囲の比較

7.1 計算条件とユニット全体浸水範囲

①現計画天端高で防潮堤を整備した場合、②唐丹湾海岸での昭和三陸津波堤防高代表値で防潮堤を整備した場合、③各海岸での昭和三陸津波堤防高で防潮堤を整備した場合、それぞれに対して東日本大震災津波が来襲した時の施設効果を整理した。

計算結果については、次項以降に各海岸の浸水範囲の比較を示す。

○計算条件

対象津波：東日本大震災津波

施設高※：CASE1：現計画津波高 T.P. +11.8m

CASE2：昭和三陸津波を溢れさせないユニット全体の防潮堤高 T.P. +14.5m

CASE3：昭和三陸津波を溢れさせない個別海岸の防潮堤高

地盤高：地震後地盤高を基に地盤変位量を与えた地盤高

潮位：朔望平均満潮位 (H.W.L.) T.P. +0.80m

※最大クラスの津波により越流する場合は堤防が壊れることも考えられるが、ここでは堤防が壊れないものとして計算を実施した。

表7.1 各ケースの計算条件

項目		CASE1	CASE2	CASE3
対象津波		東日本大震災津波		
潮位		朔望平均満潮位 H.W.L. : T.P. +0.80m		
防潮堤天端高	条件	現計画天端高	唐丹湾海岸での昭和三陸津波堤防高代表値	各海岸での昭和三陸津波堤防高
	佐須	T.P. +11.8m	T.P. +14.5m	T.P. +10.9m
	唐丹花露辺			T.P. +9.2m
	唐丹本郷			T.P. +11.7m
	小白浜漁港			T.P. +12.4m
	小白浜			T.P. +14.5m
	下荒川			T.P. +12.5m
	大石			T.P. +9.0m



7.2 浸水範囲の比較（小白浜漁港海岸・小白浜海岸）

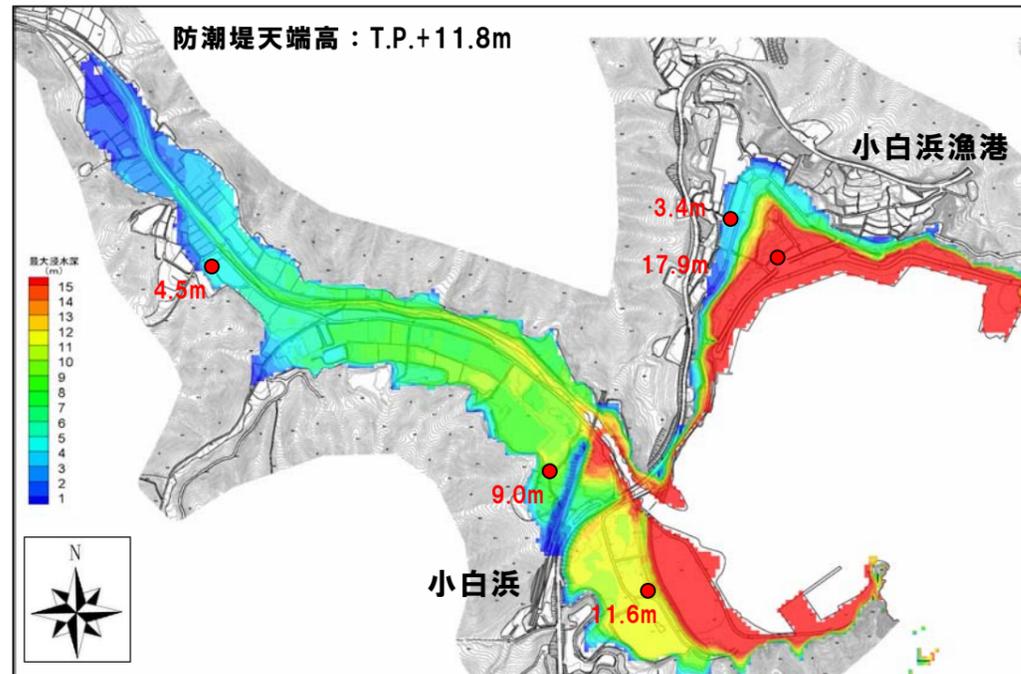


図7.1 浸水深平面分布図（CASE1 現計画天端高に対して東日本大震災津波来襲）

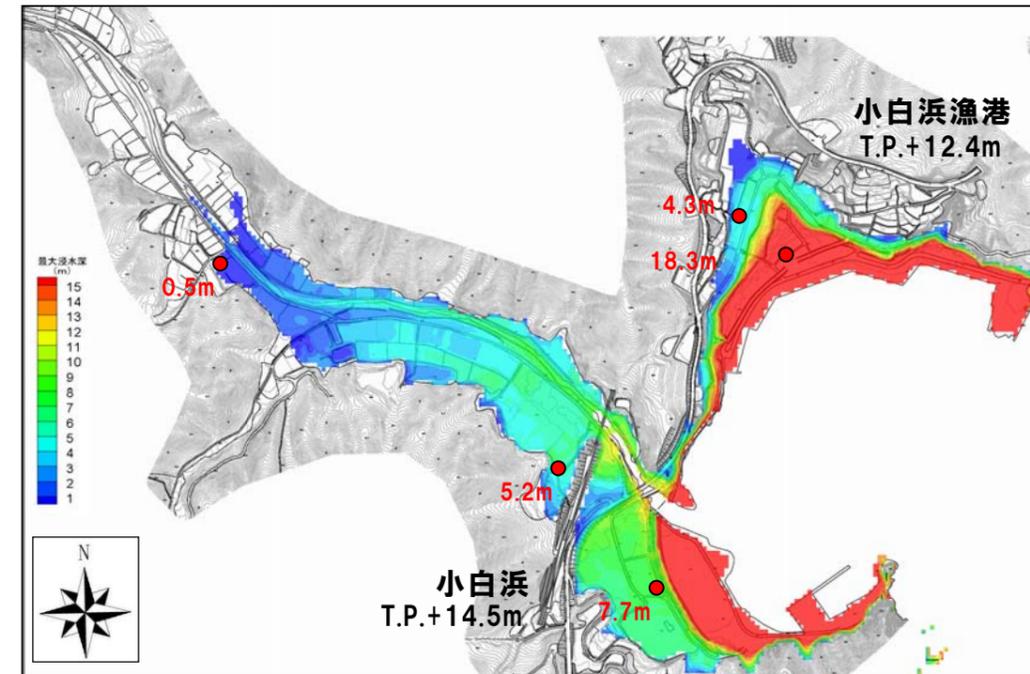


図7.3 浸水深平面分布図（CASE3 各海岸昭和三陸津波対応天端高に対して東日本大震災津波来襲）

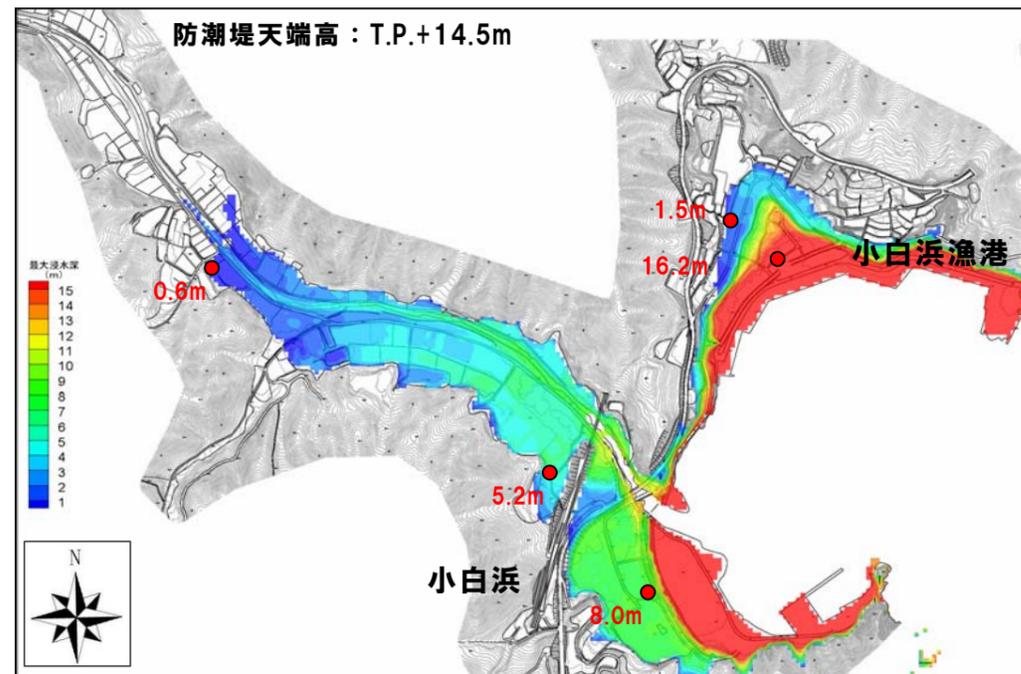


図7.2 浸水深平面分布図（CASE2 昭和三陸津波対応天端高に対して東日本大震災津波来襲）

表7.2 各ケースの計算条件と計算結果（小白浜漁港）

項目	CASE1	CASE2	CASE3
対象津波	東日本大震災津波		
潮位	朔望平均満潮位 H.W.L. : T.P. +0.80m		
防潮堤天端高	現計画 T.P. +11.8m	唐丹湾海岸での昭和三陸津波代表値 T.P. +14.5m	小白浜漁港での昭和三陸津波 T.P. +12.4m
浸水面積 (ha)	7	7	8
浸水体積 (万m ³)	67	57	71
平均浸水深 (m)	9.6	8.1	8.9

表7.3 各ケースの計算条件と計算結果（小白浜海岸）

項目	CASE1	CASE2	CASE3
対象津波	東日本大震災津波		
潮位	朔望平均満潮位 H.W.L. : T.P. +0.80m		
防潮堤天端高	現計画 T.P. +11.8m	唐丹湾海岸での昭和三陸津波代表値 T.P. +14.5m	小白浜での昭和三陸津波 T.P. +14.5m
浸水面積 (ha)	41	30	29
浸水体積 (万m ³)	280	144	140
平均浸水深 (m)	6.8	4.8	4.8

考察

小白浜海岸は、昭和三陸津波堤防高とすることで、浸水範囲が約3割、浸水体積で半分に軽減される。また、道路盛土背後4m程度低下する。

小白浜漁港は、唐丹湾海岸の昭和三陸津波堤防高代表値とすることで、浸水体積がやや軽減される。小白浜漁港での昭和三陸津波堤防高とすることで、現計画より天端高が若干高くなるが浸水範囲・浸水体積が増えるが、小白浜海岸の浸水範囲・体積が軽減された水塊が小白浜漁港に影響していると考えられる。